

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭56-42381

⑤ Int. Cl.³
H 01 L 29/93

識別記号

庁内整理番号
7357-5F

⑬ 公開 昭和56年(1981)4月20日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 可変容量ダイオード装置

原382番3号

⑯ 特 願 昭54-118605

⑰ 発 明 者 花房充

多摩市一の宮238番地55号

⑱ 出 願 昭54(1979)9月14日

⑲ 出 願 人 東光株式会社

⑳ 発 明 者 榎沢義男

東京都大田区東雪谷2丁目1番
17号

会津若松市神指町大字黒川字湯
川東6番5号

㉑ 出 願 人 会津東光株式会社

㉒ 発 明 者 松本好司

福島県耶麻郡塩川町大字小府根
字大谷地1番地

会津若松市一箕町大字亀賀字藤

Varactor

明 細 書

1. 発明の名称

可変容量ダイオード装置

2. 特許請求の範囲

(1) 半導体基板の一表面にエピタキシャル層が形成されており、エピタキシャル層には一導電型の拡散層と該一導電型の拡散層より高濃度の反対導電型の拡散層により複数の超階段PN接合が形成されている可変容量ダイオード装置において、少くとも1つの超階段PN接合における一導電型の拡散層はエピタキシャル層の厚さ方向に順次形成された平面的に面積が異なる複数の拡散層から構成されていることを特徴とする可変容量ダイオード装置。

(2) 全ての超階段PN接合における一導電型の拡散層はエピタキシャル層の厚さ方向に順次形成された同じ数の複数の拡散層から構成されている特許請求の範囲第1項記載の可変容量ダイオード装置。

3. 発明の詳細な説明

(1)

本発明は容量-電圧特性を各領域ごとに微細に制御することのできる可変容量ダイオード装置に関する。

近時可変容量ダイオードはテレビジョンやAM用受信機の電子チューナに用いられるが、トラッキングエラーの技術問題の解決は満足すべきものではない。例えばAM用受信機の高周波同調回路は第1図(a)に示すようにトリマコンデンサC1と可変容量ダイオードVC1で構成され、局部発振回路は第1図(b)に示すようにトリマコンデンサC2、パディングコンデンサCP、可変容量ダイオードVC2により構成される。可変容量ダイオードVC1、VC2は容量-電圧特性の一致したものが1組として使われる。しかし容量-電圧特性が完全に一致していても理論的にトラッキングがとれる周波数ポイント^{は3ポイント}しかなく、他の周波数ではトラッキングエラーが生じる。そしてトラッキングエラーの程度が周波数ごとに感度差を起す原因となっている。

本発明は同じ半導体基板に複数の可変容量ダイ

(2)

オードが形成されている場合に、夫々の可変容量ダイオードにより得られる容量-電圧特性を相対的に制御しやすくしてあり、さらに夫々の可変容量ダイオードに要求される容量-電圧特性を容易に得られるようにした可変容量ダイオード装置を提供するものであり、特にトラッキングエラーの技術問題の解決に好適である。

本発明は半導体基板の一表面にエピタキシャル層が形成されており、エピタキシャル層には一導電型の拡散層と該一導電型の拡散層より高濃度の反対導電型の拡散層により複数の超階段PN接合が形成されている可変容量ダイオード装置において、少くとも1つの超階段PN接合における一導電型の拡散層はエピタキシャル層の厚さ方向に順次形成された平面的に面積の異なる複数の拡散層から構成されていることを特徴とする。

以下中波帯のAM用受信機の高周波同調回路と局部発振回路に用いられる可変容量ダイオードが形成されている可変容量ダイオード装置を実施例として本発明を説明する。

(3)

第1ダイオードBを構成し、拡散層7'と拡散層10により形成される超階段PN接合は高周波同調回路に用いられる可変容量ダイオードAを構成する。なおエピタキシャル層8の下に位置する半導体基板、及び拡散層7、7'と半導体基板に設けられる電極は図示を省略してある。

このように構成された本発明の可変容量ダイオード装置の製造方法を次に説明する。

まず、比抵抗が $0.015\Omega\text{cm}$ 以下の高濃度の不純物を含むN型の半導体基板の表面に、比抵抗が $15\Omega\text{cm}$ 程度の同じ導電型のエピタキシャル層8を、公知の方法で 9μ の厚さに成長させる。エピタキシャル層8の表面に高周波同調回路と局部発振回路に用いられる可変容量ダイオードが形成される個所を定めて、拡散層1、1'を形成するための拡散を行う。この時のマスクの開口部は、第2図に示すように、拡散層1が1辺が 870μ の正方形であり、拡散層1'が1辺が 970μ の正方形である。1回目の拡散を行い、マスクを交換してから順次2回目から6回目までの拡散を行うが、

(5)

第2図にはその模式的断面図が製造時のマスクの開口部の寸法と共に示されている。1から6までと、1'から6'まではエピタキシャル層8内に形成された導電型がN型の拡散層であり、7、7'はP型の拡散層である。拡散層1から拡散層6までと、拡散層1'から拡散層6'までは小さい数字のものからエピタキシャル層8の厚さ方向に順次形成されており、夫々N型の拡散層9、10を構成する。拡散層9を構成する複数の拡散層はエピタキシャル層8の表面から見た時、平面の面積がすべて異なる。第2図には円で囲つてある数字の左側に同じ数字の拡散層を形成するためのマスクの正方形の開口部の一辺の長さが示されている。

拡散層10を構成する複数の拡散層の平面の面積はすべて等しく、同じ寸法の開口部のマスクを用いて形成される。拡散層7と拡散層9により1つの超階段PN接合が形成されており、拡散層7'と拡散層10により別の超階段PN接合が形成されている。拡散層7と拡散層9により形成される超階段PN接合は局部発振回路に用いられる可変容

(4)

Hyper-abmp.

拡散はすべてイオン注入法により行う。各回で行うイオン注入法のドーズ量、加速電圧、再拡散のための熱処理温度及びその時間は、第1表に示す通りである。なお、不純物としては、りん又はひ素を用いる。

第1表

拡散回数	ドーズ量	熱処理温度	時間	加速電圧
1回目	$2 \times 10^{14} \text{cm}^{-2}$	1200℃	500分	200Kev
2 "	3×10^{11}	1200	300	150
3 "	6×10^{11}	1100	700	150
4 "	1×10^{12}	1100	200	150
5 "	2×10^{12}	1100	50	100
6 "	1×10^{14}	1000	50	100

このようにして、拡散層9と拡散層10を構成する複数の拡散層が各回数ごとの拡散により形成されてゆき、6回の拡散により完了する。拡散層10を構成する複数の拡散層の平面の面積は、拡散層9を構成する複数の拡散層の平面の面積に対し相対的に異なる面積で形成される。第2図には、拡散層10を構成する複数の拡散層の平面の面積

(6)

はすべて等しく同じ寸法の開口部のマスクを用いて形成され、拡散層9を形成するためのマスクの開口部の寸法は各回数ごとに变化させた例が示されている。拡散層9, 10が形成された後、反対導電型の不純物としてボロンを拡散層9, 10の平面の面積よりも広くイオン注入により拡散し、厚さ0.5μ程度の拡散層7, 7'を同時に形成する。最後に拡散層7, 7'とエピタキシャル層8が形成されている表面とは反対側の半導体基板の表面に夫々電極を形成する。

第3図は、このようにして製造された高周波同調回路に用いられる可変容量ダイオードAと局部発振回路に用いられる可変容量ダイオードBの相対的な容量-電圧特性を示す図である。

第3図において、A1は高周波同調回路に用いられる可変容量ダイオードのものであり、B1は局部発振回路に用いられる可変容量ダイオードのものである。容量-電圧特性B1が容量-電圧特性A1よりも上側に位置する電圧V1以下の領域、下側に位置する電圧V1と電圧V2間の領域、再

(7)

ゲラーは1 KHz. 以下にすることができた。

本発明は又拡散層9, 10が夫々同じ数の複数の拡散層から構成され、可変容量ダイオードAと、可変容量ダイオードBが同時に形成できるようにしてある。可変容量ダイオードAと可変容量ダイオードBのいずれかを形成している時に残りの片方が形成される部分をマスクで被う必要はない。可変容量ダイオードAにより得られる容量-電圧特性を基準として、可変容量ダイオードBにより得られる容量-電圧特性を所望のものにするために拡散層9を構成する複数の拡散層のドーパ量や加速電圧あるいは拡散回数を拡散層10を構成する複数の拡散層と比較して異ならせる必要もなく、単に複数の拡散層の平面の面積が異なるだけである。同じ半導体基板に同じ拡散条件で同時に形成される可変容量ダイオードの相対的容量-電圧特性が制御しやすいことは明らかである。同じ構成であれば容量-電圧特性を一致させやすいし、又異ならせる場合にも微細な制御が可能である。従来は同じ半導体基板上に形成された容量-電圧

(9)

び上側に位置する電圧V2と電圧V3間の領域、再び下側に位置する電圧V3以上の領域が存在する。容量-電圧特性A1を基準にして容量-電圧特性B1の相対的な関係をこのように複雑に変化させ得るのは、拡散層9を構成する複数の拡散層の平面の面積が異なることによる。

かくのごとく本実施例の可変容量ダイオード装置は、高周波同調回路に用いられる可変容量ダイオードAの超階段PN接合におけるN型の拡散層10を構成する複数の拡散層の平面の面積は変化させずに、局部発振回路に用いられる可変容量ダイオードBの超階段PN接合におけるN型の拡散層9を構成する複数の拡散層の平面の面積を変化させるようにしてある。従つてあらかじめトラッキングエラーを生じないようにするための高周波同調回路と局部発振回路に用いられる可変容量ダイオードの容量-電圧特性を調べておけば、第3図のように片方の容量-電圧特性が相対的に複雑であつても容易に実現できる。

実施例では、全部の中波帯にわたりトラッキング

(8)

特性が一致した複数の可変容量ダイオードを用いていたから、トラッキングエラーを広い周波数範囲で小さくすることは不可能であつた。異なつた容量-電圧特性を有する可変容量ダイオードを同じ半導体基板上に同時に形成する本発明の可変容量ダイオード装置により、広い周波数範囲でトラッキングエラーを小さくすることがはじめて可能になつた。

本発明は実施例に限定されることなく広い応用範囲を有する。複数の拡散層を必要に応じて多くしさらに微細な制御も行えるし逆に少なくすることもできる。高周波同調回路と局部発振回路の同調定数によつても、複数の拡散層の数や拡散条件は異なるはずである。実施例では局部発振回路の可変容量ダイオードの拡散層9を構成する複数の拡散層の平面の面積を変化させてあるが、高周波同調回路の可変容量ダイオードの拡散層10について同じ手法を用いてもよい。又P型の導電型の拡散層を平面の面積の異なる複数の拡散層で構成することも可能である。

00

さらに又本発明はトラッキングエラーを解決する目的ばかりでなく、相対的に複雑に容量-電圧特性を異ならせた複数の可変容量ダイオードを含む装置としても用いることができる。このような場合には、夫々の可変容量ダイオードの構成は複数の拡散層の平面の面積だけでなくその他の部分も異らせて必ずしも同時に形成されるような構成になつてゐる必要はない。

さらに第3図のトラッキングエラーを小さくするための容量-電圧特性は一例を示したにすぎず、高周波同調回路と局部発振回路の回路定数によつては種々の相対的な容量-電圧特性が存在する。

4. 図面の簡単な説明

第1図(a), (b)は高周波同調回路と局部発振回路で可変容量ダイオードが用いられる部分の回路図であり、第2図は本発明の可変容量ダイオード装置の実施例を示す模式的断面図であり、第3図は本発明の可変容量ダイオード装置の容量-電圧特性を示す図である。

9, 10 : N型の拡散層, 1, 2...6 : 拡

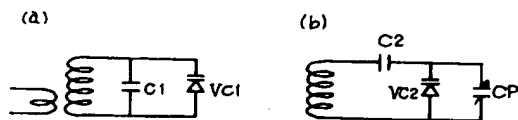
散層

散層9を構成する拡散層, 1', 2'...6' :
拡散層10を構成する拡散層, 7, 7' : P
型の拡散層, 8 : エピタキシャル層, A :
高周波同調回路に用いる可変容量ダイオード,
B : 局部発振回路に用いる可変容量ダイオード,

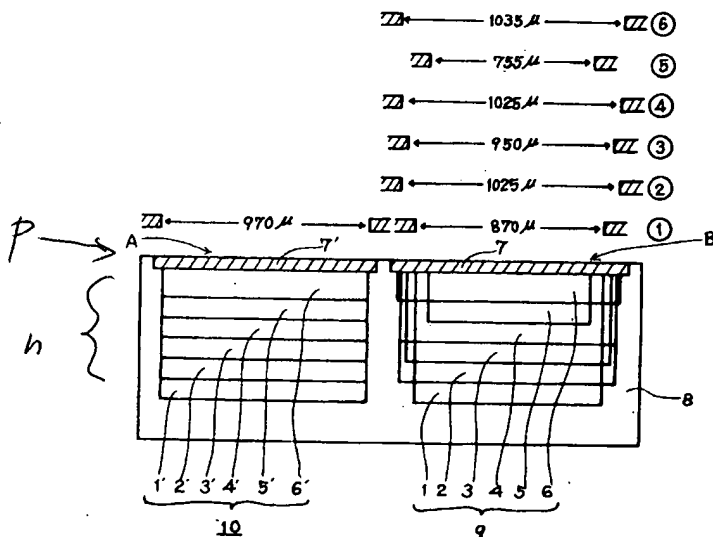
特許出願人

東光株式会社
代/名

第1図



第2図



第3図

